

Diversidad fitoplanctónica en los cuencos principal y norte de la laguna Don Tomás (La Pampa. Argentina)

Susana Beatriz Álvarez^{1,*}, Graciela Inés Bazán¹ y Jaime Nicolás Bernardos^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Uruguay 151, Santa Rosa (6300), La Pampa, Argentina. gibazan@exactas.unlpam.edu.ar

² INTA, Estación Experimental Agropecuaria Guillermo Covas, Anguil, La Pampa, Argentina. Ruta 5 km 580.cc. jbernardos@anguil.inta.gov.ar

* Autor responsable de la correspondencia: sbalvarez@exactas.unlpam.edu.ar

Recibido: 14/5/07

Aceptado: 27/7/09

ABSTRACT

Phytoplanktonic diversity in the main and north basins of the Don Tomas lagoon (La Pampa. Argentina)

This work analyzes the composition, diversity and specific richness of phytoplankton species in the Don Tomás lagoon, a natural shallow lake which belongs to the Eastern physiographic region of the La Pampa province, during an annual cycle (2002-2003). The lake has an area of about 200 ha, 2, 5-3 m in depth, and in this opportunity two sampling areas are considered, the main and north basins. There were no temperature differences between both basins ($p > 0.5$) and the variation range between winter and summer was between 11 ° and 26 °C. Significant differences were found between basins regarding pH ($p < 0.01$). Phytoplankton was characterized by an extensive variety of taxa qualitatively dominated by green algae. The specific richness of the Main Basin was larger than for the North Basin. The Main Basin showed a sharp decline in the specific richness in November associated with a blooming of Cyanophyceae. This blooming occurred again between March and April 2003 with a dominance of *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anag. Kom., species that produced a high fish mortality.

Key words: Phycoflora, diversity, seasonal distribution.

RESUMEN

Diversidad fitoplanctónica en los cuencos principal y norte de la laguna Don Tomás (La Pampa. Argentina)

El presente trabajo analiza la composición, diversidad y riqueza específica de las especies fitoplanctónicas de la Laguna Don Tomás, un lago somero natural que pertenece a la región fisiográfica oriental de la provincia de La Pampa, durante un ciclo anual (2002-2003). La laguna posee una superficie aproximada de 200 ha, con una profundidad de 2,5-3 m y en esta oportunidad se consideran dos áreas de muestreo, los cuencos Principal y Norte. No se hallaron diferencias en los valores de temperaturas de ambos cuerpos de agua ($p > 0.5$) y el rango de variación entre invierno y verano fue entre 11 ° y 26 °C. Con respecto al pH se hallaron diferencias significativas ($p < 0.01$). El fitoplancton estuvo caracterizado por una amplia variedad de taxa cualitativamente dominada por algas verdes. La riqueza específica en el Cuenco Principal fue mayor que en el Cuenco Norte. El Cuenco Principal evidenció un brusco descenso de la riqueza específica en el mes de noviembre asociado a una floración de cianofíceas, reiterada entre marzo y abril de 2003, con una floración de *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anag. Kom., la cual ocasionó una elevada mortandad de peces.

Palabras clave: Ficoflora, diversidad, distribución estacional.

INTRODUCCIÓN

Existen numerosos aportes en relación al estudio de lagos someros (lagunas), tanto en zonas tropicales y subtropicales como en zonas templadas, los que están relacionados con las regímenes hidrológicos de ríos (Rai, H. & G. Hill, 1980; García de Emiliani & Depetris, 1982; Zolacar de Domitrovic *et al.*, 1982; Boltovskoy *et al.*, 1990; Izaguirre & Vinocur, 1994).

Las lagunas de la pampa deprimida de la provincia de Buenos Aires) registran un estado trófico que varía entre eutrófico e hipertrófico (Quirós *et al.*, 2002), al igual que las provincias de La Pampa, pero a diferencia de éstas la mayor parte de ellas carecen de relación con regímenes hidrológicos, salvo las lagunas de la cuenca del río Desagüadero-Salado-Chalideuvu-Curacó (Lag. La Dulce y Lag. Urrelauquen, Departamento Curacó) (Quirós R., 1988).

Los trabajos ficológicos de tipo taxonómico comenzaron a realizarse en la provincia de La Pampa, en la década del noventa (Álvarez, 2002; Álvarez *et al.*, 1998a; 1998b; 2004; 2005; Bazán *et al.*, 1996; 1998; 2004; Wenzel *et al.*, 1996; Romero 1993; 1995; Maidana & Romero, 1995).

La laguna Don Tomás es un cuenco natural semipermanente que se utilizó como estanque receptor de los líquidos cloacales de la ciudad de Santa Rosa. A partir del año 1991 esta evacuación tiene lugar por medio de un sistema de bombeo mixto, por entubación, hasta el Parque Industrial y, a partir de allí, se desviaron las aguas a través de un canal a cielo abierto hacia el Bajo de Giuliani. La laguna Don Tomás se transformó en un cuerpo de agua utilizado con fines recreativos, cuyo exceso de agua es bombeado también hacia el cuenco mencionado en meses y años de fuertes precipitaciones (Carballo *et al.*, 2000).

Asimismo se han realizados en la misma trabajos de tipo taxonómico en estudios florísticos de las Div. *Chlorophyta* (Álvarez, 1992) y Div. *Cyanophyta* (Álvarez *et al.*, 1994) de la provincia. En los mismos se registraron 40 *taxa* de la Div. *Chlorophyta* y 20 de la Div. *Cyanophyta*.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar y comparar la composición, diversidad, riqueza específica y la distribución estacional de las especies

fitoplanctónicas en los Cuencos Principal y Norte de La Laguna Don Tomás, durante un ciclo anual.

ÁREA DE ESTUDIO

Descripción e historia de la Laguna Don Tomás

La Laguna Don Tomás, situada en la región occidental de la ciudad de Santa Rosa. Capital de la Provincia de La Pampa, Argentina, pertenece al grupo de las lagunas de la región fisiográfica oriental de la provincia y posee una superficie aproximada de 200-220 ha, con una profundidad media que oscila entre 2.5 y 3 metros. La temperatura media anual para la ciudad de Santa Rosa es de 15 °C y la Precipitación Media Anual de 600 mm (Servicio Meteorológico Nacional).

El área de estudio se encuentra ubicada en la región Neotropical, Dominio chaqueño, Provincia biogeográfica pampeana, Distrito fitogeográfico pampeano-occidental (Cabrera y Willink, 1980).

La Laguna “Don Tomás”, es una depresión natural localizada en 36°37'30.2" S y 64°18'29.8" W (Fig. 1) elongada en el sentido Nor-Noroeste y Este-Sureste, y se halla circundada por una suave pendiente meridional de 1.5 % de gradiente y una septentrional de inclinación mayor, aproximadamente 5 %, ambas de configuración convexa.

El lugar fue utilizado para fabricación de ladrillos hasta la década del sesenta, iniciándose de

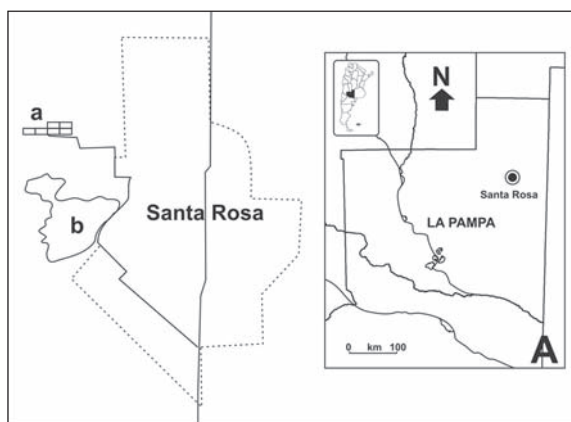


Figura 1. Localización de la laguna Don Tomás. *Don Tomás Lake location.*

esa forma la actividad antrópica, con el consecuente impacto posterior. El agua acumulada en esta depresión provocó un aumento en su dimensión natural mediante el aporte de líquidos cloacales de la ciudad y los del molino harinero, y el agua de origen pluvial proveniente de la ciudad de Santa Rosa. Estos nuevos aportes conformaron una laguna de tipo semipermanente, fuertemente contaminada debido a que los mecanismos de autodepuración no llegaron a funcionar eficazmente. Estas circunstancias originaron una creciente eutrofización natural, de tipo cultural, es decir, ocasionada por una aceleración antropogénica (Laws, 1993).

Este bajo salino endorreico presenta un régimen de alimentación constituido por el aporte de las aguas precipitadas sobre su superficie, el escurrimiento pluvial de la ciudad de Santa Rosa y la carga y descarga de la napa freática. Existe un cuenco donde se desarrollan actividades recreativas y al que nosotros hemos denominado “Cuenco Principal” y en la zona aledaña nos referiremos al “Cuenco Norte”. En la actualidad el sistema de alcantarillado sanitario es independiente del sistema de drenaje pluvial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente estudio se definieron seis estaciones de muestreo en área perimetral de la laguna, cinco en el Cuenco Principal y una en el Cuenco Norte. Los puntos seleccionados en el Cuenco Principal fueron: 1) Zona de juncos, 2) Puente del embarcadero, 2) La Cruz, 3) El Faro, 4) Alcantarilla desagüe Av. Perón y la estación 6) frente a la cruz, en el Cuenco Norte. El muestreo se realizó con una frecuencia mensual, durante el período comprendido entre agosto de 2002 y julio del 2003.

Las muestras cualitativas de fitoplancton se obtuvieron por arrastre con una red de 20 μ m.

El fitoplancton se observó en vivo bajo microscopio Kyowa Medilux para realizar una correcta observación de formas coloniales, agregados celulares e individuos flagelados. Las muestras se fijaron con formaldehído al 4 % y se depositaron en el herbario de la Facultad de Agronomía de la UNLPam, bajo las siglas SRFA legado Alvarez-Bazán.

Las determinaciones específicas se realizaron siguiendo Geitler, 1932; Komárek & Agnostidis, 1989; 1999; 2005; Komárek & Fott, 1983; Prescott, 1951.

Simultáneamente a la extracción de muestras, se registraron parámetros físico-químicos tales como: temperatura del agua y del aire, la conductividad se registró con un conductímetro LUFMAN Mod. HIDROSALT 12 y el pH, con un pHmetro MATAROM PHMETER E-516. Mediante el Disco de Secchi, se obtuvo la transparencia y profundidad.

Se confeccionó una tabla de presencia-ausencia de los taxa y su frecuencia relativa según $F_r = S_i/N \cdot 100$. Donde S_i es presencia de la especie, i es de inventarios y N es el número total de inventarios.

Se calculó la riqueza específica mensual para cada cuenco. Se formaron grupos de especies por medio de análisis de agrupamientos por el método Ward y el complemento de la distancia binaria, utilizándose el software R versión 2.9.

RESULTADOS

Aspectos Ambientales

La transparencia del agua osciló entre 0.07 y 0.28 m de profundidad del disco de Secchi, no

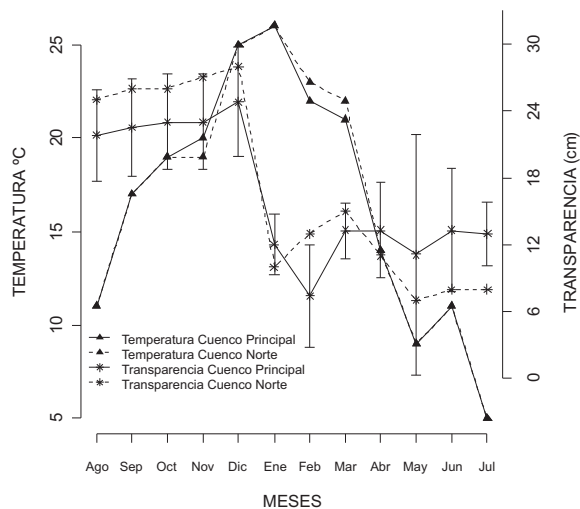


Figura 2. Transparencia y temperatura del agua durante el ciclo anual 2002-2003 en los Cuencos Principal y Norte del Sistema de la laguna Don Tomás. *Water transparency and temperature during the annual cycle 2002-2003 for the Main and North basins of Don Tomás Lake.*

encontrándose diferencias significativas entre ambos cuencos ($p > 0.64$) (Fig. 2). La transparencia mínima en el Cuenco Principal se halló en el mes de febrero, en concordancia con el verano en el hemisferio Sur, no obstante, es de destacar la importante variabilidad hallada entre sitios de muestreo.

La temperatura del agua de ambos cuencos ha sido similar, entre un máximo y un mínimo de 26 y 5 °C. ($p > 0.58$) (Fig. 2).

La conductividad varió entre 1400 y 1950 μ S cm^{-1} , para ambos cuencos, no hallándose diferencias significativas. El pH fluctuó entre 6 y 8.3 para el cuenco Principal y entre 8.5 y 11 para el cuenco Norte, (Fig. 3) presentado diferencias de medias altamente significativas ($p < 0.01$).

Análisis de cualitativo

La riqueza específica fitoplanctónica a lo largo del año en el Cuenco Principal fue de 146 taxones y la del Cuenco Norte de 110 taxones.

Las divisiones estudiadas estuvieron representadas para el Cuenco Principal por la Div. *Chlorophyta* (49 %), Div. *Cyanophyta* (30 %), Div. *Bacillariophyta* (16 %) y para otras algas el

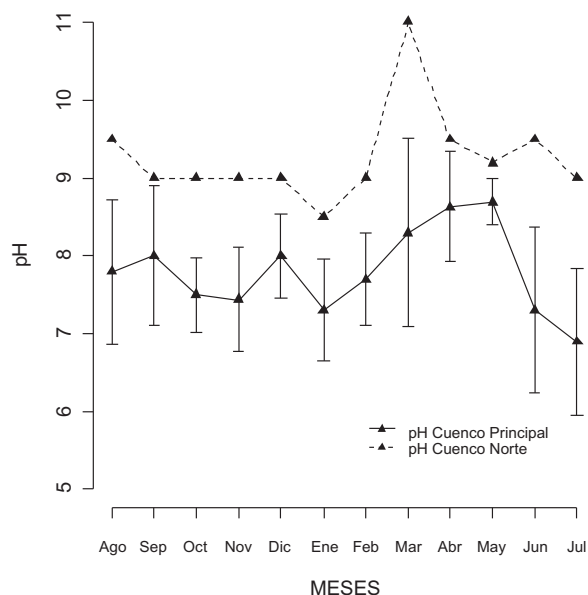


Figura 3. pH del agua durante el ciclo anual 2002-2003 en los Cuencos Principal y Norte del Sistema de Lagunas Don Tomás. *Water pH during the annual cycle of 2002-2003 for the Main and North basins of Don Tomás Lake.*

5 % (Div. *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta* y *Cryptophyta*) (Fig. 4).

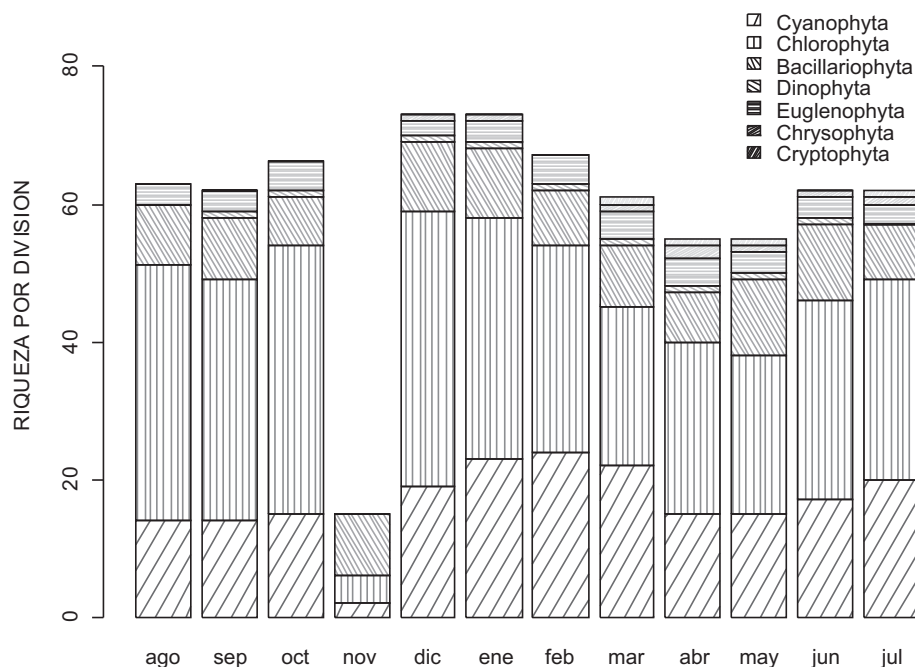


Figura 4. Frecuencia de especies por División a lo largo del ciclo anual 2002-2003 en el Cuenco Principal del Sistema de Lagunas Don Tomás. *Species Frequency (by Division) during the annual cycle 2002-2003 for the Main basin of Don Tomás Lake.*

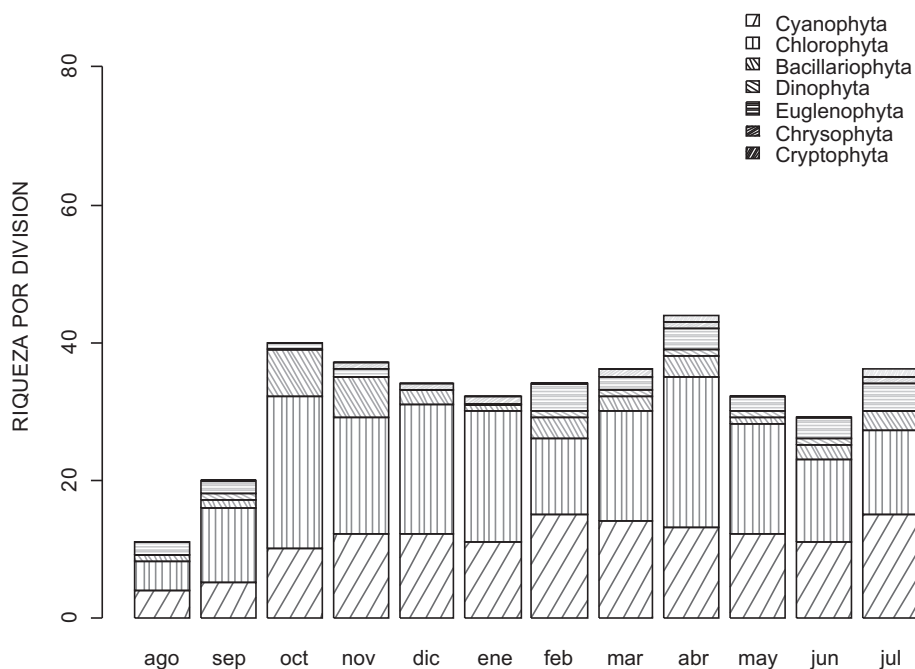


Figura 5. Frecuencia de especies por División a lo largo del ciclo anual 2002-2003 en el Cuenco Norte del Sistema de Lagunas Don Tomás. *Species frequency (by Division) during the annual cycle of 2002-2003 for the North basin of Don Tomas.*

El Cuenco Norte tuvo una composición de 49 % para la Div. *Chlorophyta*, 34 % para *Cyanophyta*; 10 % para *Bacillariophyta* y el 7 % restante para individuos incluidos en las divisiones *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta* y *Cryptophyta* (Fig. 5).

La riqueza específica se presentó constante en ambos cuencos salvo en el mes de noviembre en el cuerpo principal en el que se evidenció una brusca baja de la misma asociada a una floración de cianofíceas.

Para el Cuenco Principal en cuanto al número de especies por División, la Div. *Chlorophyta* se encontró en mayor número durante todos los meses, seguida de la Div. *Cyanophyta*, y en menor proporción por las Div. *Heterokontophyta*, Clase *Bacillariophyceae*.

En el Cuenco Norte, el predominio de especies de *Chlorophyta* sobre *Cyanophyta* fue marcado. Durante los meses de febrero y julio se observó una mayor riqueza específica de *Cyanophyta*.

Asociado a las floraciones de cianofíceas la Clase *Bacillariophyceae* predominó en ambos cuencos en el mes de noviembre. El 23 % de

las especies se hallaron presentes en nueve de los meses estudiados, destacándose *Anabaenopsis arnoldii*, *Planthotrix agardii*, *Phomidium sp.*, *Chlorella elipsoidea*, *Monoraphidium griffithii*, *M. arcuatum*, *Tetraedrum minimum*, *Actinastrum rapidioides*, *Scenedesmus acuminatus*, *Aulacoseira sp.*, *Cyclotella sp.*, *Navicula sp.*, *Euglena sp.1*.

En el cuenco principal, 30 de 146 especies, se hallaron en al menos 9 meses del año, mientras que en Cuenco Norte se encontraron presentes sólo 7 de 110 especies, entre ellas *Aphanothece stagnina*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis flos-aquae*, *Chamaesiphon subglobosum*, *Tetraedron minimum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Euglena sp.*

A lo largo del ciclo anual se encuentra que los meses de diciembre y enero fueron los que presentaron la mayor riqueza específica (73) para el Cuenco Principal, mientras que el mes de abril fue el que presentó la mayor riqueza específica (44) en el Cuenco Norte. En ambos cuencos el mayor número de especies pertenecieron a la División *Chlorophyta* (Figs. 4 y 5).

El análisis de agrupamientos muestra 5 grupos de asociaciones algales bien definidos, tan-

to en Cuenco Principal como en el Cuenco Norte. El Cuenco Principal presentó un grupo de algas conformado por *Microcystis* sp, *Coelomorum* sp, *Nostoc commune*, *Oscillatoria prolifica*, *Pandorina* sp, *Pediastrum boryanum* var *boryanum*, *Francecia ovalis*, *Scenedesmus opoliensis* var *carinatus* y un segundo grupo integrado por *Cyanocystis* sp, *Gomphophaeria lacustris*, *Scenedesmus quadricornis*, *Stephanodiscus* sp y *Actinodiscus* sp., como los más representativos. A su vez, el Cuenco Norte presentó la asociación de *Alauroseira* sp, *Euastrum*, *Tetrastrum stauroneiaforme*, *Gomphophaeria lacustres* y *Tetradon caudatum*, con un marcado predominio de *Chlorococcales* y la presencia de *Desmidiaceae* junto a una diatomea. En la segunda asociación hay una fuerte presencia de cianofíceas como *Coelomorum* sp., *Oscillatoria acuta*, *Oscillatoria okeni*, y *Chlorococcales* (*Pediastrum* sp, *Crucigenia* sp.) y *Melosira* sp.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El fitoplancton del sistema Laguna Don Tomás está caracterizado por una amplia variedad de taxa, cualitativamente dominada por algas verdes. El 48-49 % del total de la ficoflora pertenece a las *Chlorophyceae*, preferentemente del grupo de las *Chlorococcales*. La composición del fitoplancton del sistema muestra similitudes con la de aquellas lagunas estudiadas en la provincia Pampa (Álvarez, 2002; Álvarez *et al.*, 1998a; 1998b; 2004; 2005; Bazán *et al.*, 1996; 1998; 2004; Wenzel M.T *et al.*, 1996; Romero 1993; 1995; Maidana & Romero, 1995).

El número de taxa registrados en la actualidad fue mayor que en los estudios florísticos de las Div. *Chlorophyta* (Álvarez, 1992) y *Cyanophyta* (Álvarez *et al.*, 1994) de la provincia. En los mismos se registraron 40 taxa de la Div. *Chlorophyta* y 20 de la Div. *Cyanophyta*, en el Sistema de la Lag. Don Tomás.

La sucesión estacional y la composición específica del fitoplancton fueron similares en las diferentes estaciones de muestreo durante el estudio. Las razones de estas similitudes puede de-

berse a que las estaciones tuvieron características físicas y químicas muy parecidas.

Las diatomeas pennadas predominaron en ambos cuencos.

Planthotrix aghardii fue la especie dominante en el crecimiento masivo registrado en el cuenco Norte, siendo la especie toxicogénica más frecuente en ambos cuencos (Marshall *et al.* 2008).

La variación estacional del fitoplancton está relacionada con las fluctuación de los factores ambientales (Vila & Pardo, 2003) tales como pH, turbidez, temperatura y la transparencia en primer lugar.

La temperatura del agua regula fuertemente las variaciones estacionales de fitoplancton (Richardson *et al.*, 2000). El aumento de biomasa algal durante primavera y verano en el sistema de la Laguna Don Tomás, podría ser el resultado del aumento de la temperatura del agua.

La luz recibida es el mayor recurso utilizado por el fitoplancton y determina un patrón de variabilidad espacial y temporal (Litchman, 2000). La inexistencia de una arboleda rodeando la laguna Don Tomás, permite la penetración de una intensa radiación solar sobre la misma, en concomitancia con un aumento de la autotrofia.

El rango mínimo de transparencia en el cuenco principal se observó en los meses de febrero y mayo de 2003, con la floración de *Planthotrix aghardii* (Gom.) Anagh. & Kom. coincidente con una elevada mortandad de peces.

En los lagos naturales los niveles de turbidez son menores que en los lagos urbanos artificiales, la combinación de alta concentración de algas y turbidez reduce la transparencia del agua, los niveles de turbidez están asociados a la lixiviación de los sedimentos contiguos (disueltos y sedimentables) durante la época de lluvia (Schueller & Simpson, 2003).

El cuenco Norte, presenta una disminución en su transparencia debido a la falta de aportes de agua produciéndose una elevada concentración de biomasa a partir de enero de 2003, situación que aún persiste. Estas algas, preferentemente del grupo de las cianofíceas, que no son pastoreadas por herbívoros, producen efectos organolépticos no deseados en el entorno del cuenco (Laws 1993).

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Ana Luján Martínez de Fabricius por la lectura crítica del manuscrito.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, S. B. 1992. Algas de aguas continentales de La Pampa. Argentina. I. O.Volvocales y O.Chlorococcales. *Rev. Fac. Agronomía. UNLPam.*, 6(2): 35-51.
- ÁLVAREZ, S. B. 2002. *Estudio bioecológico y citotaxonomico del fitoplancton de una laguna eutrofizada, reservorio final de las aguas residuales de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa*. Tesis Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina. 272 pp.
- ÁLVAREZ, S. B. & G. I. BAZÁN. 1994. Cianofíceas Continentales de Pcia. de La Pampa. (Argentina). *Rev. Fac. Agronomía. UNLPam.*, 7(2): 43-62.
- ÁLVAREZ, S. B., G. I. BAZÁN & M. T. WENZEL. 1998a. Blue green algae of *Chroococcales* and *Chamaesiphonales* orders in intermittent streams and isolated stagnant pools within the Lihuel Calel National Park (La Pampa province) in Argentina. *Acta Hydrobiologica*, 40: 131-146.
- ÁLVAREZ, S. B., G. I. BAZÁN & M. T. WENZEL. 1998b. Blue green algae of *Hormogonales* orders (Nostocaceae, Scytonemataceae, Microchaetaceae Families) in intermittent streams and isolated stagnant pools within the Lihuel Calel National Park (La Pampa province) in Argentina. *Acta Hydrobiologica*, 40: 147-160.
- ÁLVAREZ, S. B., G. I. BAZÁN & E. R. PARODI. 2004. Ficoflora del Reservorio final de aguas residuales de Santa Rosa (La Pampa, Argentina). Cyanophyta y Chlorophyta (Tetraselmidales, Volvocales y Chlorococcales). *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 39(1-2): 277-293.
- ÁLVAREZ, S. B., A. E. BIASOTTI, J. BERNARDOS & G. I. BAZÁN. 2005. Ficoflora de la laguna Don Tomás (La Pampa, Argentina). Junio 2005. *Biología Acuática*, 22: 1-6.
- BAZÁN, G. I., M. T. WENZEL & S. B. ÁLVAREZ. 1996. Cianofíceas nuevas para Argentina del Parque Nacional Lihuel Calel (Pcia. de La Pampa). *Darwiniana*. 34(1-4): 285-292.
- BAZÁN, G. I., S. B. ÁLVAREZ & M. T. WENZEL. 1998. Blue green algae of *Oscillatoriaceae* Family in intermittent streams and isolated stagnant pools within the Lihuel Calel National Park (La Pampa province) in Argentina. *Acta Hydrobiologica*, 40: 161-172.
- BAZÁN, G. I., S. B. ÁLVAREZ, M. C. MARTÍN & J. BERNARDOS. 2004. Análisis de la taxocenosis de la ficoflora de la Laguna El Ojo de Agua, Uriburu, La Pampa, Argentina. *Biología Acuática*, 20: 1-5.
- BOLTOVSKOY, A., A. DIPPOLITO, M. FOGGETTA, N. GÓMEZ & G. ÁLVAREZ. 1990. La Laguna Lobos y su afluente: Limnología descriptiva con especial referencia al plancton. *Biología Acuática*, 14. 37 pp.
- CABRERA, A. L. & A. WILLINK. 1980. *Biogeografía de América Latina*. Sec. Gral de la OEA, Washington, D.C. 271 pp.
- CARBALLO, O. C., A. P. CALMELS, E. S. SOTORRES, J. L. MARANI & J. A. SBROCCO. 2000. Evolución ambiental del Humedal Don Tomás, provincia de La Pampa, Argentina. V Seminario Latinoamericano de Calidad de Vida Urbana, Actas, Universidad de Bío-Bío, Chillán, Chile. CD 7 pp.
- GARCÍA DE EMILIANI, M. O. & P. J. DEPETRIS. 1982. A principal components analysis of the phytoplankton from a pond in the Paraná River Valley, Argentina. *Hidrobiologia*, 89: 117-122.
- GEITLER, L. 1932. *Cyanophyceae*. Rabenhorst's Kryptogamen Flora 14, Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig. 1196 pp.
- IZAGUIRRE, I. & A. VINOCUR. 1994. Algal assemblages from shallow lakes of the Salado River Basin (Argentina). *Hydrobiologia*, 289: 57-64.
- KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS. 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 4-Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 82(1). *Algol. Stud.*, 56: 247-345.
- KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS. 1999. *Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. begr. von Pascher Hrsg. von H. Ettl. Jena. G. Fischer Bd. 19. 548 pp. 643 figures.
- KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS. 2005. *Cyanoprokaryota. 1. Teil: 2nd Part: Oscillatoriales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. begr. von Pascher Hrsg. von H. Ettl. Jena. G. Fischer Bd. 19. 759 pp. 1010 figures.
- KOMÁREK, J. & B. FOTT. 1983. *Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales*. Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwasser. von Huber-Pestalozzi. E.

- Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) Stuttgart, Germany. 1043 pp.
- LAWS, E. A. 1993. *Aquatic Pollution. An Introductory Text*. 2^o Ed. John Wiley & Sons, INC. 611 pp.
- LITCHMAN, E. 2000. Growth rates of phytoplankton under fluctuating light. *Freshwat. Biol.*, 44: 223-235.
- MAIDANA N. I. & O. E. ROMERO. 1995. Diatoms from the hypersaline "La Amarga" Lake (La Pampa, Argentina). *Cryptogamie. Algol.*, 16(3): 173-188.
- MARSHALL, H. G., L. BURCHARDT, T. A. EGERTON, K. STEFANIAK & M. LANE. 2008. Potentially toxic cyanobacteria in Chesapeake Bay estuaries and a Virginia lake. In: *Cyanobacterial Harmful algal blooms. State of the Science and Research Needs*. H. Kenneth Hudnell (ed.): 172-173. Springer. USA.
- PRESCOTT, G. W. 1951. *Algae of the Western Great Lakes Area*. Cranbrook Inst. Sci. Bull. 31. Bloomfield Hills, Michigan. 946 pp.
- QUIRÓS R., C. R. M. BAIGUM, S. CUCH, R. DELFINO & A. De NICHILLO. 1988). Evaluación del rendimiento pesquero potencial de la República Argentina. I. Datos 1. *Informe técnico N° 7, Dpto. De Aguas Continentales*, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Mar del Plata. Argentina. 55 pp.
- QUIRÓS, R., A. M. RENNELLA, M. B. BOVERI, J. J. ROSSO & A. SOSNOVSKY. 2002. Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral*, 12: 175-185.
- R Development Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- RAI, H. & G. HILL. 1980. Classification of Central Amazon Lakes on the basis of their microbiological and physico-chemical characteristics. *Hydrobiologia*, 72: 85-99.
- RICHARDSON, T. L., C. E. GIBSON & S. I. HEANEY. 2000. Temperature, growth and seasonal succession of phytoplanktonic Lake Baikal, Siberia. *Freshwat. Biol.*, 44: 430-440.
- ROMERO, O. E. 1993. Diatomeas (Bacillariophyceae) de la Provincia de La Pampa (Argentina) I. *Darwiniana*, 32(1-4): 303-313.
- ROMERO, O. E. 1995. Diatomeas (Bacillariophyceae) de la Provincia de La Pampa (Argentina) II. *Darwiniana*, 33(1-4): 177-193.
- SCHUELER, T. & J. SIMPSON. 2003. *Why urban lakes are different. Urban lake management. Watershed Protection Techniques*, 1(2): 747-750.
- VILA, I. & R. PARDO. 2003. Respuesta de la estructura fitoplanctónica a las perturbaciones antrópicas en un lago templado. *Limnetica*, 22(1-2): 93-102.
- WENZEL, M. T., S. B. ALVAREZ & G. I. BAZÁN, 1996. Estudio preliminar de las cianofíceas del Embalse Casa de Piedra (Pcia. de La Pampa). Argentina. *Physis. Secc. B.*, 51(120-121): 9-16.
- ZOLACAR DE DOMITROVIC, Y., C. A. BONETTO & H. G. LANCELE, 1982. Algunos aspectos limnológicos de la laguna Herradura (Formosa, Argentina). *Ecosur*, 9: 171-188.